

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-501778

(P2001-501778A)

(43) 公表日 平成13年2月6日(2001.2.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマト* (参考)
H 0 1 L 21/26		H 0 1 L 21/26	E
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	
6/13		H 0 1 L 21/02	B
H 0 1 L 21/02		21/268	E
21/268		33/00	C
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 21 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-516150
(86) (22) 出願日 平成9年10月1日(1997.10.1)
(85) 翻訳文提出日 平成11年3月31日(1999.3.31)
(86) 国際出願番号 PCT/DE97/02261
(87) 国際公開番号 WO98/14986
(87) 国際公開日 平成10年4月9日(1998.4.9)
(31) 優先権主張番号 196 40 594. 7
(32) 優先日 平成8年10月1日(1996.10.1)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), JP, US

(71) 出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(72) 発明者 マイケル ケー ケリー
ドイツ連邦共和国 D-85354 フライジング
フェティンガーシュトラッセ 15
(72) 発明者 オリヴァー アムバッハー
ドイツ連邦共和国 D-85375 ノイフェールン
ヒルテンヴェーク 10
(72) 発明者 マーティン シュトゥッツマン
ドイツ連邦共和国 D-85435 エルディング
アリボシュトラッセ 9
(74) 代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

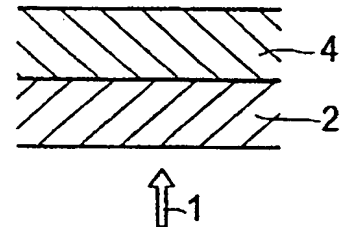
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つの材料層を相互に分離する方法及びこの方法により製造された電子部品

(57) 【要約】

2つに分離された材料層がほぼ完全に得られるように2つの材料層を相互に分離するにあたり、双方の材料層の一方を通して、材料層が分離されるべき箇所の双方の材料層の間の界面又はこの界面付近の領域を電磁放射線で露光し、電磁放射線を界面又は界面付近の領域内で吸収させ、この吸収により界面での材料の分解を誘導する、2つの材料層を相互に分離する方法。

FIG 1



【特許請求の範囲】

1. 2つに分離された材料層がほぼ完全に得られるように2つの材料層を相互に分離する方法において、双方の材料層の一方を通して、材料層が分離されるべき箇所の前記の両方の材料層の間にある界面又はこの界面付近の領域を電磁放射線で露光し、前記の電磁放射線は界面で又は界面付近の領域内で吸収され、この吸収により界面での材料の分解が誘導されることを特徴とする、2つの材料層を相互に分離する方法。

2. 基板上に設置された、少なくとも1種のIII族の窒化物材料からなる半導体層又は半導体積層物を横側方向に構造化する方法において、基板を通して又は半導体層又は半導体積層物を通して、基板と半導体層又は半導体積層物との界面、又は前記の界面付近の領域を電磁放射線で露光し、前記の電磁放射線は界面で又は界面付近の領域で吸収され、この吸収により界面での材料の分解が誘導されることを特徴とする、半導体層又は半導体積層物を横側方向に構造化する方法。

3. 前記放射線を吸収して、分解される犠牲層が、界面に配置される、請求項1又は2記載の方法。

4. 犠牲層の光学バンドギャップが両方の材料層の一方のバンドギャップよりも小さいように犠牲層が

選択される、請求項3記載の方法。

5. 吸収された放射線のエネルギーが熱の形で分解を誘導し、それにより双方の材料層が分離される、請求項1、2又は4記載の方法。

6. 放射線が一方の材料層の一部で吸収され、エネルギーが熱の形で温度に敏感な犠牲層中へ拡散し、それにより犠牲層が分解される、請求項1及び4又は5記載の方法。

7. 吸収された放射線のエネルギーが界面又は犠牲層の分解を誘導し、この分解が化学反応、昇華に基づくガス発生又はその他のガス発生を引き起こす、請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

8. 一方の材料層が基板であり、他方の材料層が半導体層、半導体積層物又は

半導体層状構造体であり、電磁放射線は基板を通して界面又は犠牲層に達する、請求項1記載の方法又は請求項1及び請求項3から7までのいずれか1項記載の方法。

9. 半導体層、半導体積層物又は部品構造体は機械的安定化のために支持体材料上に取り付けられる、請求項8記載の方法。

10. 界面、界面付近の領域又は犠牲層の露光を1つ以上の光パルスの形で実現する、請求項1から9までのいずれか1項記載の方法。

11. 2つ以上のコヒーレントレーザ放射線を用いて、高めた局所的光強度を生じる干渉パターンを、

露光において実現する、請求項1から10までのいずれか1項記載の方法。

12. 半導体層、半導体積層物又は半導体積層構造体又は場合により犠牲層が、完全に又は部分的にGa₂N、AlN、InN又はこれらの混晶からなるか、又はこれらの材料からの積層物、積層構造体又は部品構造体からなる、請求項8記載の方法又は請求項8及び請求項9から11までのいずれか1項記載の方法。

13. 基板が主にサファイア、LiAlO₂、LiGaO₂、MgAl₂O₄、ScAlMgO₄又はSiCからなる、請求項2又は12記載の方法。

14. GaN又はIn_xGa_{1-x}Nからなる層とサファイア基板とを、基板を通してNd:YAGの第三調波レーザを用いて355nmの波長で露光することにより分離する、請求項13記載の方法。

15. Nd:YAGレーザはQスイッチを用いてパルス化される、請求項14記載の方法。

16. 部品構造体を請求項8記載の方法又は請求項8及び請求項9から15までのいずれか1項記載の方法を用いて製造する間又は製造した後に基板から分離された、ダイオード、発光ダイオード(LED)、半導体レーザ、トランジスタ、及び検出器を含めた分離された部品構造体。

17. エピタキシャル層の結晶学的格子面に沿って

分離する部品構造体を分割することにより半導体レーザの光学的共振器を製造す

る、請求項16記載の半導体レーザ。

18. 請求項1記載の方法又は請求項1及び請求項3から15までのいずれか

1項記載の方法を用いて製造する間又は製造した後に基板から分離された、回折格子、薄層フィルタ、光カップラ及び導波路を含めた光学的部品。

【発明の詳細な説明】

2つの材料層を相互に分離する方法及

びこの方法により製造された電子部品

本発明は、2つの材料層を相互に分離する方法、特に半導体層を基板から分離する方法に関する。さらに、本発明は、この方法により製造された電子部品に関する。

材料層とはこの場合、唯一の材料からなる層、ならびに多数の材料からなる積層物又は層構造体であると解釈される。

半導体からなる製品、例えば電子部品又は光電子部品の製造は、一般に半導体結晶及び半導体層の成長のために必要なプロセスを含めて、層の局所的選択除去及び構造化のために多数の作業工程を必要とする。多数の部品は部分的に、単結晶の形で基板上にエピタキシャル成長された異なる半導体材料の積層物からなる。

半導体層を構造化するため又は2つの半導体層を相互に分離するための作業工程として、たいていは半導体層を半導体表面から取り去るエッチング法が使用される。このようなプロセスはたいてい著しく緩慢に進行し、腐食性の化学薬品を必要とする。さらに、各々の公知の半導体-材料系に対して、適正な費用で相応

する層を構造化できるようなエッチング法が存在するわけではない。

特に、半導体材料の窒化インジウム、窒化ガリウム及び窒化アルミニウム（ InN 、 GaN 及び AlN ）及びこれらの混晶又は合金（以後「III族の窒化物」と包括して記載する）は、化学的にエッチングするのが極めて困難である。この材料系において、現在信頼性のある湿式化学エッチング法が提供されていない。従って、工業的に極めて高価な、反応性-イオン-エッチング（ドライエッチング）法を使用しなければならない。しかしながら、この方法はエッチング速度が比較的遅く、毒性のガス（例えば三塩化ホウ素）を必要とする。エッチング法は表面上に作用するため、所望の深さを達成するためにエッチング速度及びエッチング時間を正確に制御する必要がある。

さらに、たいていの半導体材料にとって、例えば特にIII族の窒化物にとつ

て、同一の又は格子整合した半導体材料からなる容量結晶 (Volumenkristall) は製造できないか技術的に多大な費用を用いて製造できるにすぎない。従って、この種の半導体層を成長させるための基板の提供は著しく制限される。このような理由から、しばしばこれらの半導体層の成長のために代用品として、継続する作業工程にとって不十分な特性又は部品の運転のために不十分な特性を有する他の材料からなる基板が使用される。III族の窒化物層

の成長のために、このような基板は例えばサファイア基板又は炭化ケイ素基板である。

この「代用」基板は、不整合な原子格子間隔及び異なる熱膨張率のような問題をもたらし、この問題はその上に成長させた半導体層の材料品質に不利に作用する。さらに、たいいていの作業工程、例えばGaAsからなるレーザダイオードの共振器ミラーを製造するための半導体層と基板との公知の分離は困難であるか又は全く不可能である。

この問題を克服する目的で、半導体層又は他の層を相互に分離するか又は障害となる基板から分離するために、今までエッチングのための多様な方法が公知である。

E. Yablonovitch et al., Appl. Phys. Lett. 51, 222(1987)、米国特許第4846931、Thomas J. Gmitter and E. Yablonovitch, 11. Juli 1989において、GaAs/AlAs材料系において部品の製造の際に、湿式化学的に溶解させることができるAlAs犠牲層を設置することが提案されている。

この方法は層又は構造体を基板から分離することを可能にする。この方法は、僅かな横側方向 (lateral) のエッチング速度のために著しく時間がかかる。さらに、III族の窒化物に対しては湿式化学的エッチングは生じない。

米国特許第448636号明細書には基板から金

属皮膜を除去する方法が記載されている。この場合、金属皮膜は光により加熱される。支持体と金属皮膜との間の有機犠牲層を供給された熱により蒸発させ、金属層を除去している。有機中間層の使用は、特にIII族の窒化物のエピタキシ

ャル成長の場合に使用できない。

二酸化ケイ素層をガリウムヒ素ニトリドから除去するための比較可能な方法は、Y.-F. Lu, Y. Aoyagi, Jpn. J. Appl. Phys. 34, L1669(1995)に記載されている。この場合、有機中間層は光の吸収により加熱され、SiO₂層が持ち上げられる。

Y.-F. Lu et al., Jpn. J. Appl. Phys. 33, L324(1994)から、エキシマレーザを用いてSiO₂ストランドをGaAs層から分離することは公知である。

ドイツ国特許(DE-C2)第3508469号明細書中に、透明な基板上に設置された積層物を構造化する方法が記載されており、この場合、構造化すべき層は局所的に透明な基板を通して裏からレーザー放射線により露光され、このレーザー放射線は構造化すべき層中で吸収される。

さらに、いわゆるレーザアブレーションが、材料を除去するために多数の材料系に適用された。しかしながら、この方法の場合、常に表面構造が破壊され、2つのさらに使用すべき部品の分離は不可能である。

III族の窒化物に対して特異的に、Leonard and Bedair, Appl. Phys. Lett. 68, 794(1996)において、HClガス下でのレーザパルスを用いたGaNのエッチングは記載されており、このエッチングは塩酸の関与の下での光化学的反応に起因する。

Morimoto, J. Electrochem. Soc. 121, 1383(1974)及びGroh et al., physica status solidi(a)26, 353(1974)にはGaNの熱により活性化される分解が記載されている。

Kelly et al., Appl. Phys. Lett. 69(12), 16. Sept. 1996, p. 1749-1751には、III族の窒化物がレーザにより誘導されて熱的に活性化される分解を行うことができることが示されている。しかしながら、この方法は、同様に半導体層の表面に作用する方法であり、特に表面破壊を引き起こす。

本発明の課題は、半導体層の自由表面の破壊が生じないか又は僅かに生じるだけの改善された方法を提供することである。特にサファイア基板又はSiC基板からIII族の窒化物層を分離するための方法を開発すべきである。

前記の課題は、請求項1の特徴部に記載された方法により解決される。基板上に設置された、少なくとも1種のIII族の窒化物材料からなる半導体層又は半導体積層物の横側方向(lateral)の構造化方法は請求項2の対象である。この方法の有利な実施態様は、

従属形式請求項3～15である。この方法により有利に製造された部品は従属形式請求項16～18の対象である。

本発明により、冒頭に記載した種類の方法において、双方の材料層の一方を通して、双方の層間の界面又は界面付近の領域を露光し、界面上又は界面付近の一方の材料層を放射線の吸収により分解することが想定されている。

この方法は、例えば半導体テクノロジーにおいて個々の層及び部品の構造化及び製造のために使用される湿式化学的及び乾式化学的エッチングプロセスとは別の方法である。この方法は、本質的に、双方の層の間の境界面に接する内部領域に直接作用させ、自由表面には作用させないことによって区別される。この方法は、特に所望の深さの構造化を、例えばエッチング時間及びエッチング速度の正確な基準を用いて決定する代わりに、直接実現することができる。本発明による方法の場合、双方の材料層の破壊は行われず、この方法により層系同士または層系と基板とを分離する新しい可能性が生じる。分離された部品又は積層物は次の作業工程において利点を有する；これらは例えばホモエピタキシーのための基板として格子欠陥整合の問題及び熱膨張率の差異の問題はなく適しており、又は基板の分離性に依存せずに分離を行うことができることにより光学部品(レーザダイオード)の製造のため

に適している。他の基板上でのIII族の窒化物材料からなる層、層系及び部品の移行が、III族の窒化物と技術的に該当する他の半導体系、例えばケイ素の適合及び統合を可能にする。

この方法は、内部界面又は界面付近の領域での直接的でかつ著しく局所的な作用により、層-基板-系の積層の分離を可能にする。一般に本願明細書に記載された方法は材料系に適用することができ、その際、分離すべき界面に電磁放射線

が、特に光線が到達可能であり、この放射線は界面の材料に吸収され、光線又は光パルスの吸収により界面付近の材料を分解することができる。この方法は少なくとも1種の分解生成物がガス状である場合により容易に行われる。この作業のための半導体として、特にIII族の窒化物、酸化物材料、及び Si_3N_4 が適している。

光電子部品、例えば発光ダイオード及び半導体レーザ及び電子部品、例えばトランジスタ、ダイオード、表面波部品は、一般に大多数が一つの基板上に製造される。ここで光誘導された構造化の前記した方法を、個々の部品の分離のために使用することができる。部品を基板から分離することは、すでに前記したように犠牲層の分解により行うことができるが、犠牲層を製造工程の間に分離すべき面の下又は上に設置しなければならない。このためにInGaN薄層が、比較的小さなバンドギャップ及び化学的安定性に基づいて特に

適している。

分離する層及び積層の製造は、その構造上の特性、機械的特性及び熱的特性においてIII族の窒化物の特性とは著しく異なることができる他の基板（例えばシリコン）上へIII族の窒化物からなる層を移行させるのを可能にする。この方法は、平面スクリーンの製造のためのIII族の窒化物からなる発光ダイオード及び半導体レーザと通常の支持体材料との組合せ、又は回路及び集積回路中へのこのような部品の組込を可能にする。分離する層構造又は積層構造は光学的導波路及び光カップラーとしても利用することもできる。これが回折格子を用いて構造化されている場合、光は光子を通して連結することができる。特別な厚さの層は光学フィルターとしても適用することもできる。

マスクを通した露光、干渉パターンと組み合わせたコヒーレント放射線の露光、ホログラフィー又は選択された異なる位置の連続的又は同時露光を用いて、材料層のなかの1つの横側方向の構造化を行うことができる。

本発明による方法において主要な工程は次のものである：

(i) 分離のために利用すべき放射線を用いて達成可能な所望な層系中での分離すべき界面の同定、選択又は製造

(i i) 入射光を吸収する材料の同定、又は界面で

の犠牲層としての材料の組込、又は

(i i i) 界面付近の犠牲層としての材料の同定又は組込、この材料は吸収された光又は光から生じるエネルギーによって分解することができ、かつ分解の際に十分な量のガス生成物を生じる、及び

(i v) 選択された波長及び強度の放射線を用いた露光、その結果この放射線は主に分離すべき界面又は犠牲層により吸収され、そこで分解反応が生じ、その際、透明な基板の場合には界面又は犠牲層を基板を通して露光することができる。

本発明の方法は、特に、例えばS i C基板又はサファイア基板上に設置されたI I I族の窒化物からなる半導体積層物の構造化のために適用することがでる。

本発明による方法の他の利点及び有利な実施態様を次に図1～9に記載された実施例と関連して説明する。

図1は第1の実施例の略図を表す。

図2は第2の実施例の略図を表す。

図3は第3の実施例の略図を表す。

図4は第4の実施例の略図を表す。

図5は第5の実施例の略図を表す。

図6は第6の実施例の略図を表す。

図7は第7の実施例の略図を表す。

図8は第8の実施例の略図を表す。

図9は第9の実施例の略図を表す。

図1の実施例の場合には、第1の半導体層2及び第2の半導体層4とからなる層系の界面を光線1で第2の半導体層を通して露光し、第2の半導体層4の材料中で光は著しく吸収される。第2の半導体層2は光線1に対して透過性である。

これらの図において、同じ成分又は同じ作用の成分にはそれぞれ同じ符号がふってある。

双方の半導体層 2, 4 の間の界面付近で主に第 2 の半導体層 4 中で生じる吸収エネルギーは、この領域内で第 2 の半導体層 4 の半導体材料の分解を誘導し、双方の半導体層 2, 4 の分離が行われる。分解メカニズムは例えば昇華又は化学反応であることができる。この場合、この分解は熱的でも光化学的でも誘導することができる。この分離は分解の際にガス生成物が生じる場合に特に促進される。

しかしながら、半導体層 4 中で吸収されたエネルギーは半導体材料 2 内へも拡散し、そこで分解を引き起こさせることも可能である。双方の半導体材料の相対的厚さはこの場合著しく変化することができ、図 1 に示されたように等しい厚さである必要はない。

半導体材料を製造するために使用される多種の方法の一つは、基板上での成長法である。本願明細書に記載された方法と関連して、基板と半導体材料との間の区別は重要ではない。反応体層 2, 4 が基板上で成長させられており、半導体層 2, 4 間の界面での分離を

行うこともできる。

図 2 の実施例において、半導体層 4 は基板 6 から分離される。このために、基板 6 を通して半導体層 4 を光 1 で露光し、この放射エネルギーは半導体層 4 の材料中で吸収される。吸収特性に応じて、半導体層 4 を通して界面を照射し、基板 6 で光エネルギーを吸収させることも可能である。しかしながら、上記したように、構造体の吸収する部分で分解を引き起こす必要はなく、エネルギーを場合により他の部分へも拡散させ、そこで分解を生じさせることもできる。

半導体層 2, 4 は、それぞれ半導体からなる均一な層であることができるが、図 3 中の半導体層 4 が示すように半導体の異なる積層物からなることもできる。この積層物中ではすでに具体的な部品が予備加工又は加工し終えた状態で存在することもでき、集積された電子回路又は光電子回路の形で存在することもできる。全ての構造体は、本願発明の範囲内で半導体層であると解釈されるべきである。

分離すべき界面での光の吸収を改善し、意図的に影響を及ぼすために、図 4 による第 4 の実施例では、第 1 の半導体層 2 と第 2 の半導体層 4 との間に、又は基

板6と半導体層4（図2参照）との間に特別な吸収層8を挿入することができる。この吸収層8、例えば半導体層は、例えば光学的バンドギャップが周囲の材料よりも小さい。この層8はそれ自体分解され、つまり

犠牲層として作用する。しかしながら、吸収されたエネルギーが拡散し、層8の付近で分解及び分離を引き起こすことも可能である。

分解させるためには安定でありすぎる半導体層4中でエネルギーを吸収させることも可能である。この場合、層8は特別簡単に分解する、つまり犠牲層として機能するように選択することもできる。本願明細書中に記載された方法の特別な利点は、層8が結晶性であり及び格子整合していることができる点である。

電磁放射線は、分離すべき界面に到達することができ、そこで十分吸収されるように選択しなければならない。このことは、最も簡単な場合には、ランプを用いて場合によりフィルターにかけた後で露光することにより生じる。こうして供給された光子流が十分でない場合、適当なレーザーを用いた露光を実施することもできる。

特に熱により分解を行う場合には、材料の熱伝導性のために分解すべき領域から熱が急速に拡散することがある。それにもかかわらず分解のために必要な温度を達成するためには、従って、著しく短い光パルス形で光エネルギーを供給する必要がある。

本願明細書中に記載した方法は、横側方向の構造化のためにも使用することができる。この方法は多様な方法により実現することもできる。一連の空間的に離れた点の材料を露光し、分解させるためにフォーカス

された光線を利用することができる。図5の実施例に示したように、露光マスク10を使用することができ、このマスクを通してサンプルの選択された面を除去することができる。

同様に、図6の実施例では、ホログラフィーによる手段（例えば干渉格子を用いた露光）により露光を行うことができ、この場合1つ以上のコヒーレント放射線を用いて同時に露光することにより干渉効果が利用される。

界面の分解により分離された部品は著しく薄いか又は著しく小さいことがあり、従って機械的に不安定であり、取り扱いが困難である。この部品は図7の実施例により分離の前又は分離の後で、例えば接着剤12を用いて新規の支持体14上に載せることも可能である。界面の分解の前に固定する場合は図7に例示されている。分離の後に基板6から分離された半導体薄層4が支持体材料14上に提供される。

本発明の方法を、非導電性基板上に構築された電子部品又は光電子部品の積層物4又は全ての部品構造体の製造のために使用するのが特に有利である。この場合、積層物4又は部品構造体の基板とは反対側にそれぞれ配置された電気的コンタクト部16に対してさらに、基板付近に配置された半導体層に電気的コンタクト部を配置するのはしばしば困難である。このためにはたいいてい複雑なエッチングプロセス及びメサ構造の

形成が必要である。本願明細書に記載された方法を用いて、図8の実施例に従って、積層物4又は全ての部品構造体を非導電性基板から分離することができる。積層物4又は部品構造体の分離されたあらかじめ基板に向かう側は、電気的コンタクト部18にとって容易に利用可能である。

この方法の実現は材料系に依存している。半導体材料のための有利な実施態様は、分離すべき界面で、他の全ての層の材料又は界面の一方の側上の材料よりもバンドギャップの小さい材料を利用する。露光のために、放射線が界面まで侵入することができ、かつバンドギャップの小さい材料に吸収されるような放射線の波長が選択される。それにより、この材料中で又はその隣接する材料中で分解を引き起こさなければならない。

この作業は特にIII族の窒化物の層又は層系に適している、それというのもこの種の材料はこの方法にとって特に適した物理的特性を有しているためである。第1に、III族の窒化物は個々の光パルスの吸収により、空間的に限定的にかつ制御されてその分解温度を越えて加熱することができる。光パルスの吸収により生じた温度で、窒化物の分解及びガス状の窒素の形成が行われる(600℃～1800℃、窒化物の組成に依存する)。第2に、前記の方法に対して、II

I 族の窒化物の熔融温度が分解温度よりもかなり高い

ため、強力な光パルスを吸収した場合に熔融液により層及び部品が不利な影響を受けないことである。第3に、この半導体材料は特に光学のプロセスにとって適している、それというのもこの半導体材料は光の波長に依存して、十分に限定的でかつシャープな閾値、つまり直接的なバンドギャップを有しているためであり、このバンドギャップでこの半導体材料は透過性から完全に吸収性に変わる。さらに、吸収が起こる波長は窒化物の混晶 (InGaN 及び AlGaIn) により広いスペクトル領域にわたり変えることができる (バンドギャップ: InN 1.9 eV、 GaN 3.4 eV、 AlN 6.2 eV)。さらに、III 族の窒化物はしばしばサファイア基板上に製造され、このサファイア基板は全ての可視領域及び紫外線領域において透過性である。従って基板を通して層を露光することも可能である。

この分解を熱的に活性化する場合、一方で必要な入射強度を最小にし、他方で周囲の材料への不所望な作用を回避するために、熱の発生を界面又は犠牲層に集中させることが重要である。光により生じた熱源が材料の熱伝導性によって熱い区域から急速に排出されるため、必要な温度は著しく短時間で生じさせなければならない。これは、短いレーザパルスによって実現することができる。III 族の窒化物の典型的な熱伝導性について、吸収された熱エネルギーは、1 ns ~ 1

0 ns の時間でレーザパルスを使用することにより、吸収される光の入射深さ又は犠牲層の厚さに集中させることができる。III 族の窒化物の構造化及び分解のために、例えば「Q-スイッチ」パルス Nd:YAG レーザが適している。

GaN 及び InGaIn (バンドギャップ 1.9 ~ 3.4 eV) 材料の光により誘導される分解についての特別な実施態様として、 Nd:YAG レーザの第三調波レーザ系列を使用することができる。このレーザ系列は、例えば非線上の光学結晶を用いて作り出され、355 nm (3.5 eV) の波長を有する。 GaN 及び InGaIn 層は、この光パルスを吸収し、分解される。 AlGaIn 層及びたいいてい使用されるサファイア基板はこの波長に対して透過性である。分離する

GaN及びInGaN層は基板-層界面の分解により直接作成することができる。AlGaN-層及びAlGaN-部品は薄いGaN又はInGaN犠牲層の光誘導性の分解により基板から分離することができる。図7中では、例えばGaN-層4を両面研磨されたサファイア-基板6から分離することができることが図示されている。GaNとサファイアとの間の界面は、基板を通して355nmの波長の唯一のレーザパルスを用いて露光される。このレーザ放射線は、GaNの約100nmの深さまでの界面付近で吸収され、それにより界面は加熱される。850℃より高い温度が達

成されると、窒素ガスを形成しながらのGaNの分解が起こる。基板6とGaN-層4との界面での完全な分解のためのエネルギー密度は約 0.2 J/cm^2 を上回るパルスエネルギーで十分である。それにより基板6とGaN-層4との間の結合は露光された面において分離される。分離された層を安定化するために、この試料は露光の前に層の側を樹脂又はワックス12を使用して支持板又はシート14上に接着することができる。GaN-層4を基板6から分解反応により分離する場合、サファイア-基板6が取り外され、GaN-層4は支持板又はシート14上に残留する。ワックス又は樹脂はアセトン中で溶解され、GaN-層は分離した層として残留する。

GaN-層をサファイア基板を通した界面の露光により構造化する場合、垂直ではなく、つまり傾斜した側面を有するGaN-構造体を得られる。この側面は図9において示されたように分解箇所から広がる。この挙動は、例えば干渉格子又はマスクの横側方向の幅を層厚に適合させた場合、先端状又はピラミッド状に形成された構造体20を作成するために利用することができる。この挙動は分離された層の製造も促進する。

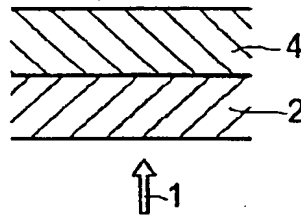
III族の窒化物からなる多様な部品は、前記の方法により構造化することができる。干渉格子を用いて露光することで周期的な格子線及び表面構造体を製造

することは、III族の窒化物をベースとするブラグーリフレクタ及びDFBレーザを製造するために利用することができる。場合により透過光のために利用

することもできる光学的分散格子も、層の厚さを変更することにより干渉格子を用いた構造化により得ることができる。AlN及びAlGaInからなるピラミッド構造は、その負の電子親和性のために例えば平面スクリーン中の冷陰極エミッタとして使用することができる。

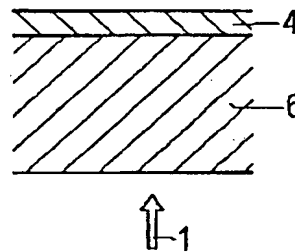
【図1】

FIG 1



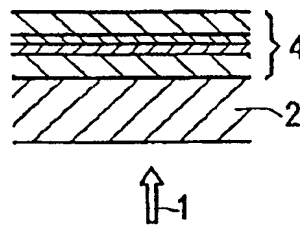
【図2】

FIG 2



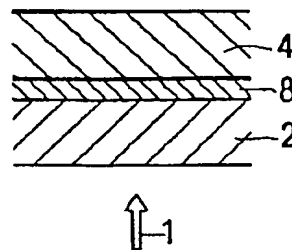
【図3】

FIG 3



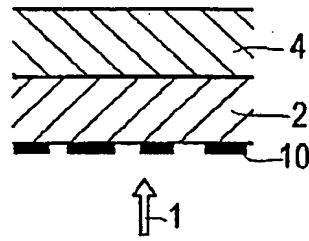
【図4】

FIG 4



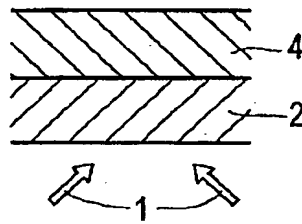
【図5】

FIG 5



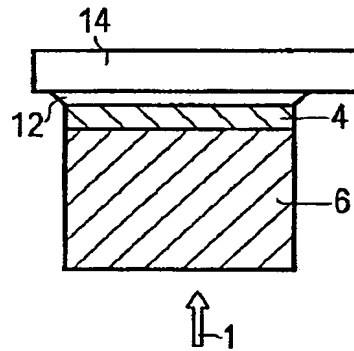
【図6】

FIG 6



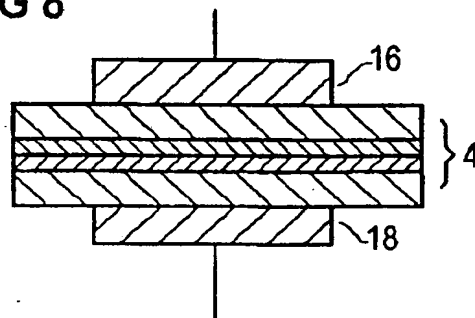
【図7】

FIG 7



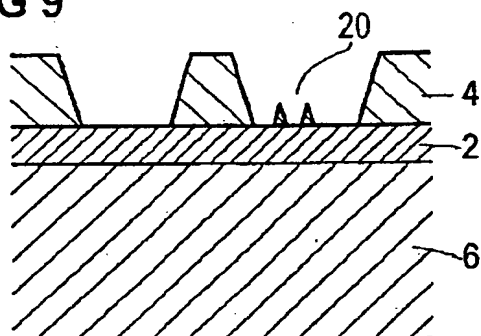
【図8】

FIG 8



【図9】

FIG 9



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L21/268 H01L21/027		International Application No. PCT/DE 97/02261
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KELLY M. K. ET AL: "Optical patterning of GaN films" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 69, no. 12, 16 September 1996, USA, pages 1749-1751, XP002051249 see the whole document	2, 10-14, 18
X	US 4 448 636 A (BABER SAMUEL C) 15 May 1984 see column 2, line 60 - column 5, line 43	1, 3, 5-10, 16
A	DE 35 08 469 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 11 September 1986 cited in the application see page 8, line 25-29; claim 1	1, 16, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 6 January 1998		Date of mailing of the international search report 20/01/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 spo nl Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Hamme1, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PC1/DE 97/02261

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4448636 A	15-05-84	JP 58219737 A	21-12-83
DE 3508469 A	11-09-86	NONE	

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 S 5/323	
H 0 1 S 5/323		G 0 2 B 6/12	M
(72)発明者	マーティン エス ブラント ドイツ連邦共和国 D-80809 ミュンヘン ガルテンシュトラッセ 5		
(72)発明者	ローマン ディミトロフ ドイツ連邦共和国 D-81827 ミュンヘン ツィングタウアーシュトラッセ 3ア ー		
(72)発明者	ローベルト ハントシュ ドイツ連邦共和国 D-84518 ガルヒン グ/アルツ ガルテンシュトラッセ 39ベ ー		